

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09113846 A

(43) Date of publication of application: 02.05.97

(51) Int. Cl G02B 27/22
 G02B 5/32
 G03B 35/18
 G03B 35/26
 G03H 1/16
 G03H 1/22
 G03H 1/26
 H04N 13/04

(21) Application number: 07291776

(71) Applicant: TSUSHIN HOSO KIKO CITIZEN
 WATCH CO LTD

(22) Date of filing: 13.10.95

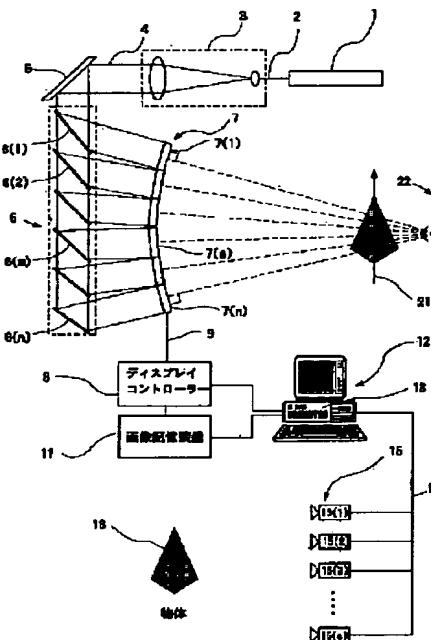
(72) Inventor: MATSUMOTO KENJI

(54) DEVICE AND METHOD FOR DISPLAYING
STEREOSCOPIC IMAGE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To transmit an optional subject as a stereoscopic image in a real time and to make it possible to provide a stereoscopic display having high resolution and many visual points.

SOLUTION: A hologram obtained from parallax images photographed by plural pieces of cameras as interference fringes between a Fourier transformation pattern and a planar wave is displayed on a display means with an optical diffractive property in the order answering to the positions of respective cameras, and all displayed parallax holograms are irradiated by reproducing light, and plural parallax stereoscopic images are reproduced. A reproducing hologram image display means group 7 whose normal directions intersect each other in the vicinity of a center of a visual area being the area for observing a reproduced stereoscopic image. In such a case, the reproducing light is, e.g. the planar wave made incident on the image display means group 7 vertically or a spherical wave converged in the vicinity of the stereoscopic image to be reproduced.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-113846

(43)公開日 平成9年(1997)5月2日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 B 27/22
5/32
G 0 3 B 35/18
35/26
G 0 3 H 1/16

識別記号 庁内整理番号

F I
G 0 2 B 27/22
5/32
G 0 3 B 35/18
35/26
G 0 3 H 1/16

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-291776
(22)出願日 平成7年(1995)10月13日

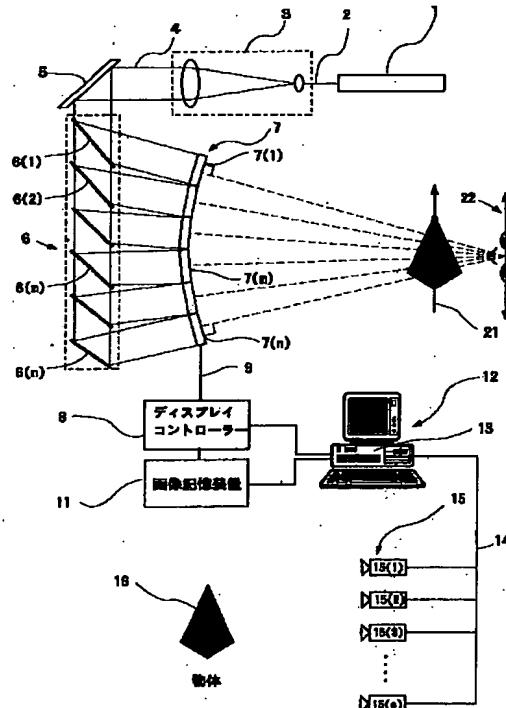
(71)出願人 592256623
通信・放送機構
東京都港区芝2-31-19
(71)出願人 000001960
シチズン時計株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目1番1号
(72)発明者 松本 健志
東京都港区芝2丁目31番19号 パンザイビル6F通信・放送機構内
(74)代理人 弁理士 白崎 真二

(54)【発明の名称】 立体画像表示装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 リアルタイムで任意の被写体を立体映像として送信し高い解像度で視点数が多い立体表示の実現。

【解決手段】 複数台のカメラで撮影した視差画像からフーリエ変換パターンと平面波との干渉縞として求めたホログラムを各カメラの位置に対応する順序で光回折性がある表示手段に表示し、表示された視差ホログラムの全てに再生光を照射して複数の視差立体像を再生し、再生用ホログラム画像表示手段群7は、その法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差し、再生用光は例えば画像表示手段群7に垂直に入射する平面波又は再生する立体画像近傍に集束する球面波である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 視差画像のフーリエ変換パターンと平面波との干渉縞として求めたホログラフィック・ステレオグラム・データを再生する単位画像表示手段からなる画像表示手段群と、

前記単位画像表示手段群を照明する再生用光を発生させるコヒーレント光源とからなる立体画像表示装置。

【請求項2】 請求項1の立体画像表示装置であり、前記ホログラフィック・ステレオグラム・データは、視点データ単位に分離表示され、

前記画像表示手段群はその法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差するように配置され、

前記再生用光は前記画像表示手段群に垂直に入射する平面波又は再生する立体画像近傍に集束する球面波であることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項3】 請求項1の立体画像表示装置であり、前記ホログラフィック・ステレオグラム・データは、複数の視点データが1単位に分離表示され、

前記画像表示手段群はその法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差するように配置され、

前記再生用光は再生する立体画像近傍に集束する球面波であることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項4】 請求項1の立体画像表示装置であり、前記ホログラフィック・ステレオグラム・データは、複数の視点データが1単位に分離表示され、

前記画像表示手段群はその法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差するように配置され、

前記再生用光は前記視域中心近傍に集束する球面波であることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項5】 複数台のカメラで被写体を撮影した画像から元の被写体を再生するための複数の視差ホログラムを計算によりそれぞれに作成し、

前記視差ホログラムをそのホログラムデータを計算する視点の位置に対応する順序で光回折性がある表示手段に表示し、

表示された前記視差ホログラムの再生光を照射して複数の視差立体像を再生する立体画像表示方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明が属する技術分野】 本発明は、立体TV・立体ビデオ等、立体画像表示装置に関するものであり、特に、偏光眼鏡、液晶シャッター等の補助装置を用いず、立体画像を観察できるホログラム利用の表示装置及びその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の立体画像表示方式は、通常、偏光眼鏡・液晶シャッター等の眼鏡を用いている。このよう

な眼鏡により、左右の目に入る画像が分離され、分離される画像には、視差が与えられている。互いに視差が与えられ画像がそれぞれに左右の眼に入ることにより立体視が可能になる。

【0003】 従来のこのような立体画像表示方式の立体観察は、眼鏡が不可欠であり非常に煩わしいことが知られている。これとは別に、水平方向にレンズ作用を持ち垂直方向に長いシリンドリカルレンズを多数並べた構成のレンチキュラシートを使う眼鏡なし立体画像表示方式が、提案され知られている。

【0004】 この従来の方式は、一般にレンチキュラ方式と呼ばれている。レンチキュラ方式の原理は、1908年にリップマンによって開発されたインテグラル・フォトグラファー（以下、IPと略す。）に基づいている。IPに基づくレンチキュラ方式の多眼式立体画像表示方法は、水平方向にのみ視差を持たせた表示方法である。

【0005】 この多眼式立体画像表示方法は、例えば、「三次元画像工学」（大越孝敬著、朝倉書店発行）に詳しく記載されているように、右眼、左眼に視差を持った別々の画像を入射させ、両眼視差により立体視を行なうものであり、右眼、左眼への画像の分離をディスプレイデバイス前面に配置するレンチキュラシートのレンズ作用により行なう方法である。図6、7は、IPに基づくレンチキュラ方式の多眼式立体画像表示方法を原理的に簡単に示す概念図である。

【0006】 図6は、その視差画像作成過程を示している。図に示すように、4台の同一のカメラ01a, 01b, 01c, 01dで、同一の立体被写体02を異なる方向から撮影すると、各カメラの黒く塗った同番地画素には、それぞれ被写体の別の点が結像される。

【0007】 例えば、各カメラの同一番地の画素04a-4, 04b-4, 04c-4, 04d-4の点像を、合成画像内の連続する4つの内部番地画素05-1, 05-2, 05-3, 05-4に写し換え、新たに合成画素5を作成する。このように単位合成画素からなる合成視差画像を作成する。

【0008】 図7は、再生過程を示している。図6で説明したように合成した合成視差画像を液晶ディスプレイデバイス（以下LCDと略す。）、CRTなどのディスプレイデバイスに表示する。このようなデバイスに表示された画像の1単位を、以下に、画像再生用視差合成画像単位06という。

【0009】 画像再生用視差合成画像の前面にレンチキュラシート07を配置する。レンチキュラシート07は、多数の単位シリンドリカルレンズ07nを連結したシートであり、n番目の画像再生用視差合成画像単位06nに1単位のシリンドリカルレンズ07nが対応している。

【0010】 画像再生用視差合成画像単位06nの4つ

の内部番地画素0 6 n 4, 0 6 n 3, 0 6 n 2, 0 6 n 1 のうちの内部番地画素0 6 n 3及び内部番地画素0 6 n 2は、それぞれに左眼及び右眼に入射する。この結果、両眼視差により立体視が可能となる。図6, 7に示した立体表示方法は、カメラ台数が4台であるが、最低2台のカメラの合成により立体視が可能である。カメラ台数が少なければ少ないほど、眼の視点を移動させても画像が変化しないという不自然な立体画像を見ることになり、また、視域も非常に限定されたものになるという問題点がある。

【0011】この問題点を解決するためには、視点数を増加させる必要がある。視点数の増加はレンチキュラシートの1ピッチ内の画素数の増加に対応する。レンチキュラシートのピッチが一定の下では、ディスプレイの画素密度が高く、画素数の多いことが要求される。逆に、ディスプレイの画素密度・画素数が一定の下では、レンチキュラシートのピッチが粗くなり、表示する立体画像の解像度が低下し、良好な立体画像が観察されるとは言いたがたい。

【0012】これを解決する手段として、特開平1-107246や特開平5-232435に報告されているような画素密度向上方法がある。しかしながら、この方法は、構造が複雑になるという問題点がある。さらに、画素密度を高くした場合、レンチキュラシートに対するディスプレイの位置合わせ精度、レンズの収差を含むレンチキュラシートの加工精度等に対する要求が厳しくなり、これらが画質に大きく影響する。従って、画素密度の向上に伴い画質が向上するとは一概には言えない。立体画像再生用画像の作成手段として、ホログラフィック・ステレオグラムの応用が知られている。

【0013】ホログラフィック・ステレオグラムを応用した立体画像再生方法は、レンチキュラシートが不要であるため構造が簡単になると共にレンチキュラシートと視差画像の位置合わせやレンチキュラシートの寸法精度の影響による画質の劣化がない。

【0014】この方法は、ホログラフィック・ステレオグラムを再表示するディスプレイの画素密度の向上を図ることにより、画質を向上させることができる。ディスプレイの画素密度の向上は、最近の技術により急速に進んでおり、また、この向上は光電子技術分野一般において不可欠とされている。ホログラフィック・ステレオグラムの原理、作成方法については、「ホログラフィックディスプレイ」(辻内順平編著、産業図書)に詳しく記載されている。

【0015】このようなホログラフィック・ステレオグラムによる立体画像表示法について以下に簡単に説明する。原理的なホログラフィック・ステレオグラムを説明するため、光学的にホログラムを作成する場合を例にとって説明する。ホログラフィック・ステレオグラムの作成方法は、基本的に2つのステップにより作成される。

【0016】第1ステップとして、被写体を多数の方向からカメラで撮影し、互いに視差がある多数の撮影像を多数の視差画像として記録する。撮影方法としては、被写体をターンテーブルの上に乗せ、これを一定の角度ずつ回転し1ピッチ回転する毎に撮影する方法、被写体に対してカメラを一定ピッチずつ動かし、一ピッチ移動する度に撮影する方法等様々な撮影方法がある。

【0017】また、実写以外でもCG(コンピュータグラフィック)画像から、視差画像を作成することもできる。第2のステップは、ホログラフィック・ステレオグラムの合成である。この合成は、図8に示すように、レーザー光をビームスプリッターO 3で分岐し、一方の光線を第1のステップで作成した視差画像を表示するフィルム・LCD等O 1 1を透過させ、スクリーンO 1 2上に投影し、投影点からの散乱光を物体光O 1 3とする。

【0018】そしてもう一方の光線を参照光O 1 4として、写真乾板O 1 6上にそれぞれ投射し、両物体光O 1 3と参照光O 1 4の干渉縞を記録する。記録位置は、その視差画像を撮影した位置に1対1に対応させる。これを視差数分繰り返すことにより、ホログラフィック・ステレオグラムを合成することができる。視差画像を1対1の対応で所定の位置に記録する方法として、図8に示すように、マスクO 1 5を用い、マスクO 1 5を視差画像毎に一定方向に移動させる方法を示している。この方法の他にレンズにより物体光を所定の領域に集光し記録することもできる。

【0019】また、図8では、垂直方向の視差を放棄している場合について示しているため、マスクO 1 5の開口部O 1 5 Aは縦長なスリット状に形成しているが、垂直・水平の両方の視差を持たす場合には、矩形に形成した開口を持つマスクを2次元的に動かすことによりホログラフィック・ステレオグラムを合成する。合成したホログラフィック・ステレオグラムを参照光と複素共役な再生光で照明するとスクリーンの位置に立体画像が再生されてみえる。

【0020】この再生には、レンズが用いられていない。両眼視差による立体像の表示位置をスクリーンをまたぐ前後とすることにより、瞳の焦点調節を輻輳による位置情報とほぼ一致させることができる。ここで輻輳とは、両眼である点を注視したとき、その注視点に両眼の視差が交差するように眼球を内側に回転させることを指し、距離間の手掛かりの1つである。輻輳と焦点調節は連動していることが知られており、これらの位置情報を一致させることにより、違和感の少ない立体画像の表示ができる。

【0021】ここで、立体画像のほぼ中心を通り視差画像の結像位置を含みディスプレイに平行な平面を、イメージプレーンと呼ぶことにする。以上は、光学的にホログラフィック・ステレオグラムを作成する場合について説明した。この場合は、露光・現像処理があるため、基

本的に静止画となる。

【0022】動画表示のためには、被写体からホログラフィック・ステレオグラムデータを計算により求める必要がある。この場合も、原理的に作成方法は同一であり、第1ステップで被写体の多数の視差画像を撮影し、第2ステップで各視差画像からホログラフィック・ステレオグラムデータを計算により求め、それぞれのホログラフィック・ステレオグラムデータを視点の位置に合成することにより全体を作成する。ホログラフィック・ステレオグラムデータの計算は、各視差画像からの光線を物体光とし、平面波や球面波からなる参照光との干渉を計算して求める。作成したホログラフィック・ステレオグラムデータを、LCD等のディスプレイに表示しコヒーレント光で照明することにより再生像が得られる。

【0023】

【発明が解決しようとする問題点】ホログラフィック・ステレオグラムを応用した立体表示方法の原理は、上記の通りであるが、現状のディスプレイデバイスの解像度は低く、十分な視点数のデータを高密度に集積することができず、運動視差を兼ね備える程十分な視点数を持った表示画像は得られていない。また、ホログラフィック・ステレオグラムを用いた再生方法は、光の回折作用により光線の進路方向を制御し表示を行なう原理に基づいた方法であるため、表示画像サイズと視域は、ディスプレイデバイスのピクセルピッチの回折角により原理的に制限される。

【0024】ディスプレイデバイスのピクセルピッチが可視光の波長に比較して2桁近く大きいため、十分な大きさ及び視域を持った再生像を表示することができないという問題点がある。さらに、干渉縞の空間周波数を低減するために、集束球面波を用いて再生する手法が多く取られるが、この方法によれば、再生像サイズの拡大に伴い、大口径のレンズが必要になり、大型化に対応できない。

【0025】一方で、視差画像の分離にレンチキュラーシートのような光学部材を用いると、その形状精度やディスプレイデバイスとの位置合わせ精度等により、視点数の増加には限界がある。視点数を増やし、より自然な立体画像の表示を行なう場合にレンチキュラーシートなどの補助的な光学部材を用いると、レンチキュラーシート等の光学部材は画質向上を制限し妨げる原因になる。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した技術的背景に基づいてなされた発明であり、下記するような目的を達成する。本発明の目的は、撮影にレーザーを用いず再生する際にレーザーを用いることにより任意の被写体の立体的再生を可能にする立体画像表示装置及びその方法を提供することにある。

【0027】本発明の他の目的は、レンチキュラーシートなどの高画質化を制限し妨げるような光学部材を原理的

(4) 6

に用いないでむように、ホログラフィックな手段を用いることにより視差画像を分離して立体視を行なう立体画像表示方式を現実的に実現するため、現状のLCDのようなディスプレイデバイスを暫定的に用いても視差数が多く自然な立体感を持ち、しかも、像サイズが大きい立体画像を再生表示する立体画像表示装置及びその方法を提供することにある。本発明の更に他の目的は、リアルタイムで立体映像を送信して再生できる立体TVを提供することにある。

【0028】

【発明の課題を解決するための手段】本発明は、前記目的を達成するため、次のような手段を探る。本発明1の立体画像表示装置は、視差画像のフーリエ変換パターンと平面波との干渉縞として求めたホログラフィック・ステレオグラム・データを再生する単位画像表示手段からなる画像表示手段群と、前記単位画像表示手段群を照明する再生用光を発生させるコヒーレント光源とからなる。

【0029】本発明2の立体画像表示装置は、前記発明1の立体画像表示装置であり、前記ホログラフィック・ステレオグラム・データは、視点データ単位に分離表示され、前記画像表示手段群はその法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差するように配置され、前記再生用光は前記画像表示手段群に垂直に入射する平面波又は再生する立体画像近傍に集束する球面波であることを特徴としている。

【0030】本発明3の立体画像表示装置は、前記発明1の立体画像表示装置であり、前記ホログラフィック・ステレオグラム・データは、複数の視点データが1単位に分離表示され、前記画像表示手段群はその法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差するように配置され、前記再生用光は再生する立体画像近傍に集束する球面波であることを特徴としている。

【0031】本発明4の立体画像表示装置は、前記発明1の立体画像表示装置であり、前記ホログラフィック・ステレオグラム・データは、複数の視点データが1単位に分離表示され、前記画像表示手段群はその法線方向が再生立体画像を観察する領域である視域の中心近傍で交差するように配置され、前記再生用光は前記視域中心近傍に集束する球面波であることを特徴としている。

【0032】本発明5の立体画像表示方法は、複数台のカメラで被写体を撮影した画像から元の被写体を再生するための複数の視差ホログラムを計算によりそれぞれに作成し、前記視差ホログラムのホログラムデータを計算する視点の位置に対応する順序で、前記視差ホログラムを光回折性がある表示手段に表示し、表示された前記視差ホログラムに再生光を照射して複数の視差立体像を再生する。

【0033】本発明の立体画像表示装置及びその方法は、立体画像再生用画像表示手段に再生する部分画像としてホログラムを用いる。このホログラムは、通常の画

像から計算により求めることができる。この計算は、視差ホログラムのホログラムデータを計算する視点に立つて行なう。

【0034】このように計算されたホログラムは、その視点の位置に対応する順序で表示される。ホログラムの作成のために、レーザーを用いずに通常のTVカメラを用いる。再生用のレンズなどの光学部品は原理的に不要であるが、レンズを用いて解像度を高めるために用いることができる。

【0035】本発明の立体画像再生用のホログラムの画像表示は、次のようにも行なうことができる。複数のカメラで撮影した視差画像からn個の所望の視点からの視差像を計算により求め、これからホログラムデータを計算し、m番目の視点のデータを単位画像表示手段7(m)に入力する。一般的には、複数台のカメラで被写体を撮影した画像から元の被写体を再生するための複数の視差ホログラムを計算によりそれぞれに作成し、視差ホログラムをカメラの位置に対応する順序で光回折性がある表示手段に表示し、表示された視差ホログラムの全てに再生光を照射して複数の視差立体像を再生する。

【0036】

【実施の形態1】次に、本発明の立体画像表示装置の実施の形態を説明する。図1は、実施の形態（以下、実施形態という）1の原理を示す模式的な概念図である。レーザー光源1から出射したレーザー光線2は、1組のコリメータ・レンズ3により光束を広げられる。束径を拡大された平行光線から形成される光束4は、進路変更用の全反射ミラー5により進路を変更されている。

【0037】このように進路を変更されたレーザー光束5は、進路上に並べられて設けられている複数の非全反射型透過ミラー6(n)(n=1, 2, ..., n)からなる非全反射型透過ミラー群6に入射する。非全反射型透過ミラー6(m-1)の反射率（入射光量の分の反射光量）を $\lambda(m-1)$ 、非全反射型透過ミラー6(m)の反射率を $\lambda(m)$ とすると、

$$\lambda(m-1) = \lambda(m) \cdot (1 - \lambda(m-1)) .$$

隣り合う2体の非全反射型透過ミラー間にこの関係を考えておくと各非全反射型透過ミラーで反射する反射量が、互いに等しくなる。

【0038】隣り合う2体の非全反射型透過ミラーの相対角度は、後述する。非全反射型透過ミラー群6の前方に（光線が進む方向を当該光学系において前方といいう）、立体画像を再生するための立体画像再生用画像表示手段7が設けられている。立体画像再生用画像表示手段7は、立体画像再生用画像の単位である単位画像表示手段7(m)から構成されている。単位画像表示手段7(m)は、水平方向にのみ視差を持たせる場合は、1つの円弧上に並べられている。

【0039】単位画像表示手段7(m)は、水平・垂直方向に視差を持たせる場合は、1つの円筒面上又は1つ

の球面上に並べられている。このような円弧又は球面に垂直な法線のうちで各単位画像表示手段7(m)の概ねの中心を通る法線を、以下、単に法線という。単位画像表示手段7(m)の法線に平行な光束が各単位画像表示手段7(m)に入射するように、各非全反射型透過ミラー6(m)に設置角度が与えられている。

【0040】このような画像表示手段7に画像を再生する再生手段として、ディスプレイコントローラ8が設けられている。ディスプレイコントローラ8と画像表示手段7との間に、ホログラム画像信号を送信するための入力信号線9が接続されている。

【0041】処理する画像信号がホログラムかそうでないかの相違点を除けば、従来のディスプレイコントローラと本発明のディスプレイコントローラ8との間に相違点は存在しない。本発明のディスプレイコントローラ8は、従来の液晶TVのそれに比べて、入力信号線9により送信する信号量（ビット数）が多い点のみで異なる。画像記憶装置11が、ディスプレイコントローラ8に接続されている。

【0042】画像記憶装置11からディスプレイコントローラ8にホログラム画像情報を送ることができる。ディスプレイコントローラ8及び画像記憶装置11に画像情報を出力する画像情報出力装置12が接続されている。画像情報出力装置12は、ホログラム作成用計算機13が内蔵されている。ホログラム作成用計算機13は、視差画像を再生することができるホログラムを視差画像から計算により作成することができる。画像情報出力装置12に画像情報が画像信号線14により各カメラ15(t)から入力される。s台のカメラ群により同一回転角度位置の被写体16の視差画像が、撮影される。

【0043】次に、本発明の立体画像表示装置の実施形態1の作用、ホログラフィック・ステレオグラムの作成及び立体画像再生方法について説明する。図1は、ホログラムの作成及び作成したホログラムから立体像を再生する手段の全てを表現している。物体16は、カメラ15の位置から見える物体表面が、カメラ15で撮影される。

【0044】カメラ15により撮影された画像は、そのカメラのCCD上に番地付き光量として表現されている。このような番地付き光量が信号化され、画像情報出力装置12のホログラム作成用計算機13に入力される。

【0045】撮影像から物体16の前記表面を再生することができるホログラムは、撮影像から計算により求めることができる。この計算は、視差をもたらす視点に基づいて行なわれる。即ち、番地付き光量である視差画像のフレネル変換を求めそれと適当な参照光の干渉強度を計算することにより、視差像についてのホログラフィック・ステレオグラムを得ることができる。

【0046】ホログラフィック・ステレオグラムのデー

タが画像情報出力装置 12 から出力されディスプレイコントローラ 8 を介して画像表示手段 7 に送られる。単位画像表示手段 7 (m) の位置は、被写体の各部分の位置に対応している。例えば、ホログラムデータは、次のような画像表示手段 7 に送られる。 n 個のカメラで撮影した視差画像に 2 次元のフーリエ変換を施し、フーリエ面での光の波面を求め、干渉縞を計算する。

【0047】 n 個のカメラで撮影する替わりに、 n より少ない複数のカメラで視差画像を撮影し、視点補間、視点変換などの処理を施し、所望の n 点の視点からの視差画像を求めるこどもできる。このように求めた n 個のホログラムデータは、同期されて各単位画像表示手段 7 (m) に入力される。単位画像表示手段 7 に表示される再生画像はホログラムであるから、この画像そのものは干渉縞模様であり人間の眼には情報を有しない。人間の眼にはナンセンスなホログラムとしての情報は、参照光であるレーザー光線 2 により人間の眼に有意義である像即ち被写体 16 と同一である情報として、イメージプレーン 21 に再生される。

【0048】レーザー光線 4 は、非全反射型透過ミラー 6 (m) により均等量に分配され、画像表示手段 7 に表示されるパターンにより回折され、イメージジプレーン 21 の近傍に実像として再生される。 n 個の視差像が、イメージプレーン 21 の同一の領域に重なって再生される。一旦計算したホログラフィック・ステレオグラム・データは、フレームバッファ、VTR 等の画像記憶装置 11 に記録しておく、記録情報を順次読みだしながら、同様に画像表示手段 7 に表示再生することもできる。なお、画像表示手段 7 の傾き角度は、画像表示手段 7 の法線が全て視域中心近傍の 1 点で交差するように設定されている。

【0049】次に、ホログラフィック・ステレオグラム・データの公知の計算方法について簡単に説明する。ホログラフィック・ステレオグラムも両眼視差を用いるステレオグラム方式の立体画像表示方式であるので、IP とのアナロジーにより説明する。図 10 は、IP (前記) の原理を表したもので、レンズアレイ 31 を写真乾板 32 の前面に配置し、各レンズの焦点面が乾板の乳剤面に概略一致するようにする。写真乾板 32 には様々な異なる方向から眺めた物体の微小な倒立像が記録される。

【0050】写真乾板を現像・焼き付けした後、元の位置に置き、背面から白色拡散光で照明すると、乾板上の各点からの光束は撮影時と同一の経路を逆に辿るため、もとの物体が観察できる。実際には、再生表示される画像は、逆視像 (pseudoscopic image) になるという問題があるが、画像を一度電子化し、コンピュータのメモリーに取り込む場合は、視点変換などの簡単な画像処理により正視像 (orthoscopic image) にすることができる。

【0051】この再生光学系は、図 11 のようになり、微小な視差画像とレンズの組み合わせが多数並列に並んだ構成になる。ホログラフィック・ステレオグラムとは、レンズアレイ 31 と立体表示像 33 の間の任意の面でディスプレイ及びレンズアレイを透過した光の波面を参照光との干渉縞として計算し、表示することに対応する。ここではホログラフィック・ステレオグラム・データの計算時間を短縮するために、フーリエ変換面で記録することを考える。

10 【0052】これは、図 11 に示すレンズアレイ焦点面 34 での波面を記録したことに対応する。すなわち、各視点画像のフーリエ変換像をその視点位置に合わせて合成することによりホログラフィック・ステレオグラム・データを作成することができる。

【0053】この構成とすることにより、波面の計算に、FFT (Fast Fourier Transform) のアルゴリズムを使うことができ、計算時間を短縮することができる。図 1 に示すような視域 22 を設定したとき、各単位画像表示手段 7 (m) を照明する再生用照明光の光軸を、視域の中心に一致させた場合、視域内の瞳には、設置した全ての単位画像表示手段 7 (m) からの光線が入射する。再生像のサイズが同一の場合、表示可能な光線方向数 (n) は、上記の構成 (1 点集中型構成) において最も多くなり、良好な立体画像を表示することができる。

20 【0054】さらに、設定した視域内の観察者の瞳に各々のディスプレイである単位画像表示手段 7 (m) からの光線を入射させるために必要な回折角は、上記構成の場合に最も小さくてすむ。すなわち、同一の視域を達成する場合、回折角を決める画像表示手段 7 のピクセルピッチへの要求は、最も緩くできる。1 つのディスプレイデバイスに s 個の視点からのホログラフィック・ステレオグラム・データを表示することにより、視点数 s を増やしても、ディスプレイデバイスの数は m / s 個で済む。

30 【0055】
【実施の形態 2】図 2 は、本発明の立体画像表示装置の実施形態 2 を示す光学系の水平断面図としての概念図である。レーザー光源から出射した光線は、傾き角度、反射率を適当に調整した非全反射型透過ミラ一群 6 により分割され、画像表示手段 7 に入射する。非全反射型透過ミラ一群 6 及び画像表示手段 7 の各構成は、実施形態 1 と同じである。非全反射型透過ミラ一群 6 により調整された光線の光軸方向は、実施形態 1 と同様に視域中心で交差するように設定している点も、実施形態 1 と同じである。カメラ群は、図 2 で省略し図示していない。

40 【0056】実施形態 1 の場合は、立体表示像の 1 点は 1 つの視点のデータを表示するディスプレイサイズだけの広がりを持つが、さらにディスプレイデバイスの後面に、レンズ群 41 が配置されている点で、実施形態 1 と異なる。再生用レーザー光線は、イメージプレーン 21

上へ集束するように設定してあるため、イメージプレーン21上に所望の視差画像が結像する。イメージプレーン21上で結像するため、表示立体画像42の解像度は、ホログラフィック・ステレオグラム・データの視差画像サイズに限定されずに、1つのユニットから複数の像点をイメージプレーン21上で解像表示することができる。

【0057】そのためイメージプレーン21上に瞳の焦点を合わせることにより、高解像度の表示像が観察できる。実施形態2の再生方法が、実施形態1のそれに比較して高解像度な再生像を再生できる理由について簡単に説明する。再生像が点像である場合について、図3を用いて説明する。一次元の場合について述べ、説明を簡単化する。図3(a)に示すように、物点43の各視差画像43(t)は、視点位置によりわずかに位置の異なる点像として求められる。

【0058】これからレンズ焦点面での波面をフーリエ変換により求め干渉データを計算すると、図3(b)に示すように、ホログラフィック・ステレオグラム・データは位置ずれに対応して空間周波数の異なる單一周波数の格子パターンになる。この干渉パターンを平面波で再生すると視差画像の幅だけ広がりを持った像が再生される。

【0059】実施形態2は、図3(d)に示すように、イメージプレーン45上に収束する球面波46で再生する方法であるから、再生光はイメージプレーン上の1点に結像集束する。複数の像点からホログラフィック・ステレオグラム・データを作成しておけば、各視差画像から複数の像点が解像できる。

【0060】球面波46による再生は、図3(c)に示すように、視差画像記録時の物点43の結像面とレンズの前焦点面間の距離Zによる位相項を付加することに対応している。即ち、レンズ前焦点面からZだけ離れることによるレンズ後焦点面での相対位相項は、イメージプレーン上に収束させるレンズの位相項と一致している。従って、レンズを用いて、イメージプレーン上に収束する球面波によりディスプレイを照明する替わりに、必要なレンズ項を付加したホログラフィック・ステレオグラム・データをディスプレイに表示し、平面波で再生しても同一の再生像が得られる。

【0061】一つのディスプレイデバイスには、一つのレンズが対応しているため、複数の視点データを一つのディスプレイデバイスに表示させる場合、各々の視点データに入射する光線の光軸の交差点と集束点を独立に選べず、両者が、視域中心がイメージプレーン上に来るようにならなければならない。ディスプレイデバイスと再生像の距離を再生像から視域までの距離に較べて大きく取れば、集束点を視域中心にとってもイメージプレーン上で光線の広がりは小さく、ほぼ結像状態となるから、良好な再生像が得られる。

【0062】

【実施の形態3】実施形態1, 2とも水平断面について説明したが、水平・垂直両方向に画像再生装置のユニットを2次元的に並べることにより、水平・垂直両方向に視差を持つ表示像が得られる。しかし、そのためには、ユニットの数が非常に多くなり余り現実的でなくなってしまう。また、両眼が水平方向についていることから、垂直方向の視差が水平方向に比較し重要でないことを利用し、垂直方向の視差を放棄し、ユニットを水平方向にのみ並べることが考えられるが、単純に垂直方向のユニットを省略しただけでは、垂直方向の像サイズが小さくなってしまう。

【0063】垂直方向のユニットをなくし、かつ像サイズを小さくしない方法として、垂直方向に関しては、視差画像をそのまま表示し、これを拡大投影する方法が考えられる。図4は、垂直方向に関して視差画像をそのまま表示しこれを拡大投影することにより、像サイズを小さくしない立体画像表示装置の実施形態3を示している。図4(a)は、光学系を示す平面断面図、図4(b)は側面断面図である。

【0064】実施形態1, 2と同様に、レーザー光源1から出射した光線は、傾き角度、反射率を適当に調整した非全反射型透過ミラー群6により分配され、各単位画像表示手段7(m)に入射する。ホログラフィック・ステレオグラム・データの作成方法について説明する。ホログラフィック・ステレオグラム・データの水平方向は、実施形態1, 2と同様に波面を計算して干渉縞データを求める。垂直方向は、視差画像データそのままとする。

【0065】具体的には、1水平ライン毎に1次元のフーリエ変換等により、ホログラフィック・ステレオグラム・データを計算する。このホログラフィック・ステレオグラム・データにより、水平方向に関しては、ディスプレイのホログラフィック・ステレオグラム・パターンの回折により像が表示され、垂直方向に関しては、視差画像を垂直方向にパワーを持つシリンドリカルレンズ群51によりイメージプレーン上に拡大投影して像を表示する。

【0066】この時、シリンドリカルレンズ群51の焦点距離を変更することにより、垂直方向の像の拡大倍率を変更できることから、アスペクト比を適当に選ぶことができる。像表示位置に垂直方向に拡散するレンチキュラーシート52を配置することにより、像全体の光が瞳に入るようにして、再生像を観察する。また、観察位置が固定の場合は、像サイズと同程度以上の幅を持ち、垂直方向にパワーを持ったシリンドリカルレンズで、瞳に光線を集光させることにより再生像を観察することもできる。

【0067】

【実施の形態4】図5は、実施形態4を示している。図

5 (a) は、光学系を示す平面断面図、図5 (b) は、側面断面図である。光学系は基本的に実施形態3のそれと同一である。実施形態3が一方向性拡散板を透過した光線により再生像を観察する方法であるのに対し、実施形態4は反射型になっている。スクリーン61は垂直方向への一方向性拡散機能を持った反射板である。垂直方向の視差を放棄しているため、図5 (a) に示すように、表示装置と観察者(の眼)を上下方向にずらして配置すれば立体像を観察することができる。

【0068】画像表示手段7としてLCDを考えた場合、高精細なものでも、可視光の波長に較べ1~2桁大きいので、大きな再生像、視域を得るために、画像表示手段7と再生像の距離を大きくする必要があり、省スペースの観点から、反射型が好都合である。また、高精細なLCDパネルは小型であるため垂直方向に関しても投影距離を長くして、短焦点距離のレンズを用いて拡大投影するのが望ましい。これにより、立体プロジェクターとスクリーンを分離して考えた場合、表示装置を小型化できる。

【0069】以上に述べた実施形態1, 2, 3, 4についての作用上の効果を、以下に説明する。本発明の立体画像表示装置は、表示する立体画像のデータを参照光との干渉縞として記録するホログラムを用いた表示方法であり、記録する光線と参照光の成す角度により干渉縞の空間周波数が決まり、その成す角度が大きくなるほど空間周波数が高くなる。干渉縞の空間周波数が高くなり、そのピッチが、ディスプレイデバイスのサンプリング間隔より細かくなると、正しいパターンの表示ができなくなり、モアレ模様として現われる。

【0070】一般的には、サンプリング定理として、帯域制限された信号(周波数f)の場合、 $1/2f$ 以下の間隔でのサンプリングにより、一意的に信号を表すことができるとされている。また、図9 (a) に示すようにディスプレイデバイスの端で物体光と参照光の成す角度が最も大きくなり、干渉縞の空間周波数が高くなるため、ディスプレイデバイス端部で干渉縞パターンを正しく表示できるか否かの限界から、像サイズ、視域等が限定されてしまう。

【0071】これを避ける目的で、発散する球面波を参照光として、この干渉パターンを記録もしくは計算しておき、参照光と共に収束光で再生する方法がよく用いられる。これにより、例えば表示する物体中心から発生する球面波を参照光とすると、干渉縞の空間周波数はホログラム上全域でほぼ一定となり、最も空間周波数を低くすることができる。しかし再生のための収束光を作成するレンズが必要となり、像サイズ及び視域を大きくするためには、レンズが大口径になり現実的には達成が困難である。

【0072】そこで、図9 (b) の如く、ディスプレイデバイスを分割し、ユニット毎に観察者側にある収束点

にその法線方向が交差するように配置し、各々のディスプレイデバイスに垂直に入射する参照光との干渉を計算することにより、干渉縞の空間周波数を低くすることができる。

【0073】再生光は、傾きを各々ユニットに対応する角度だけ傾けて配置する複数のビームスプリッターから作成できる。透過率及び反射率は、全ての反射光強度が等しくなるように調節してある。また、ホログラフィック・ステレオグラムとしてすることで、再生物体の視差画像から表示データが計算できるため、現実の被写体を再生物体として選択することができる。

【0074】さらに、視差画像をレンズにより対応する視点へ集光した場合を仮定し、レンズの焦点面でのホログラフィック・ステレオグラムデータを計算する場合、物体光の波面は、視差画像のフーリエ変換となり、ホログラフィック・ステレオグラムデータは視差画像のフーリエ変換を用いて計算できる。従って、FFTのアルゴリズムを用いることにより、高速な計算処理を行なうことができる。また、イメージプレーン上に収束する、球面波により再生することにより、イメージプレーン上に各視差画像が結像する。

【0075】表示像としてある一点の物点を考えた場合、平面波再生の場合は、像点の広がりは、再生位置で、各視差画像幅かそれ以上になるのに対して、上記の球面波再生の場合、一点に集束する。これにより、イメージプレーン上に瞳の焦点を合わせた場合、表示像の分解能が向上し、同一のユニットから複数の物点を分解表示することができる。さらに、垂直方向の視差を放棄し、ユニットを水平方向にのみ並べ、垂直方向に関しては、視差画像を、垂直方向にパワーを持つシリンドリカルレンズにより、垂直方向の一方向性拡散板上に拡大表示する事により、立体画像を表示することも可能であり、ユニットの減少、さらには表示像の拡大に有効である。

【0076】

【その他の実施形態】再生用レーザーとして1光源のレーザーを分配して用いたが、画像表示手段7は独立した単位ホログラムの集合であるから、単位ホログラムごとに独立したレーザー光源を用いることができる。この場合、半導体レーザーが用いられる。

【0077】

【効果】本発明の立体画像表示装置及びその方法によれば、画像再生手段であるディスプレイの解像度による像サイズの制限が緩和され、より大きな像を表示することができる。また、像サイズが同じなら、より大きな視域を持った像を観察することができる。さらに、再生光の収束位置を観察位置とすれば、ディスプレイのピクセルピッチにより視域が決まり、視域一定の下で、画素数を増やすことにより像を見込む角度を大きくすることができる。

【0078】従って、ディスプレイピクセルサイズが限
定されている場合でも、ディスプレイの数を増やすこと
により、表示像サイズを大きくすることができる。また、イ
メージプレーン上に収束する球面波により照明す
ることにより、イメージプレーン上の表示像の1点の広
がりが小さくなり、分解能が向上し、同一のユニットか
ら複数の物点を分解表示できる。さらにまた、ユニットを
水平方向にのみ並べ、垂直方向に関しては、視差画像
をそのまま表示し、垂直方向にパワーを持つシリンドリ
カルレンズにより拡大表示することにより、ユニットの
数を減らし、大きなサイズを持った再生像を表示でき
る。また、ユニットの数が等しければ、高解像度の像が
表示できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の立体画像表示装置の実施形態
1を示す平面断面図である。

【図2】図2は、本発明の立体画像表示装置の実施形態
2を示す平面断面図である。

【図3】図3は、実施形態1と実施形態2の相違点をI
Pのアナロジーを用いて説明するための概念図である。

【図4】図4は、本発明の立体画像表示装置の実施形態
3を示す図であり、図4(a)はその平面断面図、図4
(b)は側面断面図である。

【図5】図5は、本発明の立体画像表示装置の実施形態
4を示す図であり、図5(a)はその平面断面図、図5
(b)は側面断面図である。

【図6】図6は、公知の立体表示方法における像作成過
程を示す概念図である。

【図7】図7は、公知の前記立体表示方法における像再

* 生過程を示す概念図である。

【図8】図8は、ホログラフィック・ステレオグラムの
撮影方法を説明するための概念図である。

【図9】図9は、ディスプレイの配置の違いによるホロ
グラフィック・ステレオグラム・データの空間周波数の
違いについて比較説明するための概念図である。

【図10】図10は、IPの原理を説明するための概念
図である。

【図11】図11は、ホログラフィック・ステレオグラ
10 ムをIPとのアナロジーで説明するための概念図であ
る。

【符号の説明】

1 … レーザー光源

2 … レーザー光線

6 … 非全反射型透過ミラー群

6 (n), 6 (m) … 非全反射型透過ミラー

7 … 画像表示手段

7 (n), 7 (m) … 単位画像表示手段

8 … ディスプレイコントローラ

20 12 … 画像情報出力装置

13 … ホログラム作成用計算機

15 (t), 15 (s), 15 … カメラ

16 … 被写体

21 … イメージプレーン

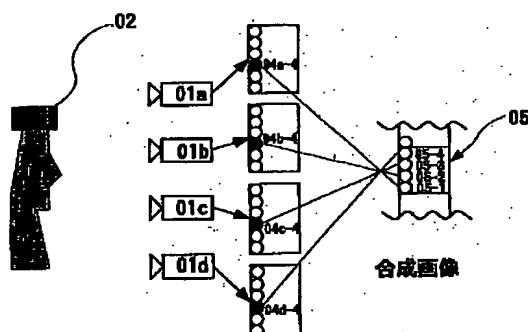
41 … レンズ群

51 … シリンドリカルレンズ群

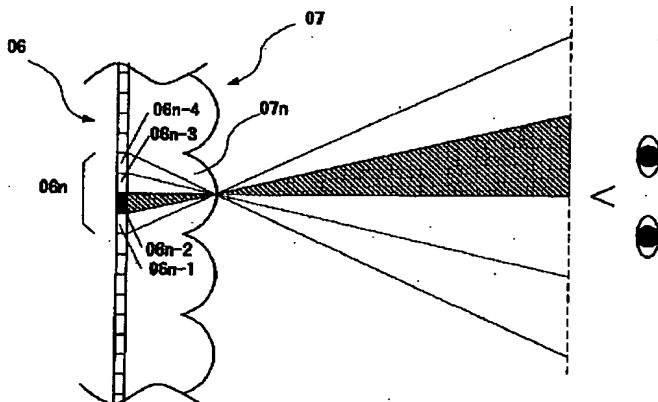
52 … レンチキュラシート

61 … スクリーン

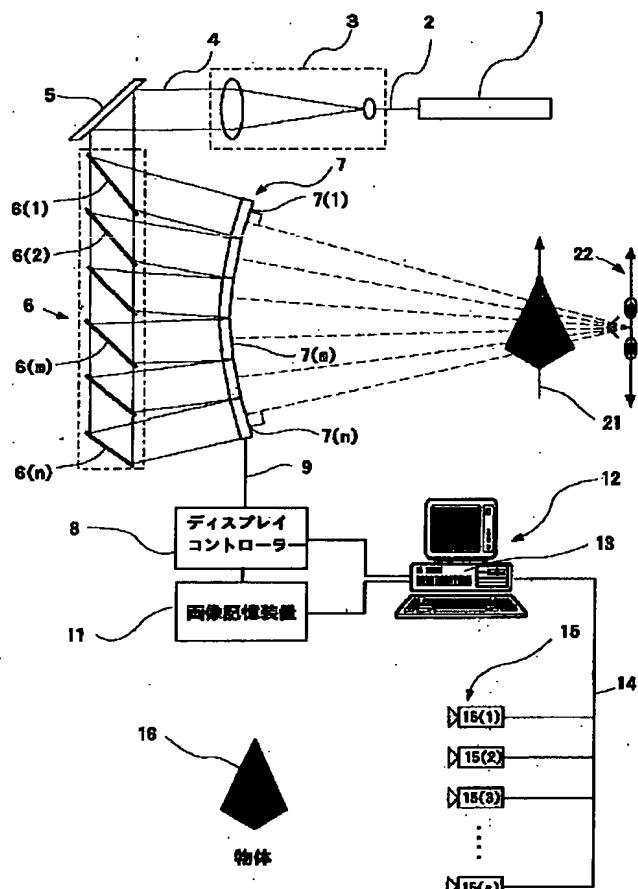
【図6】



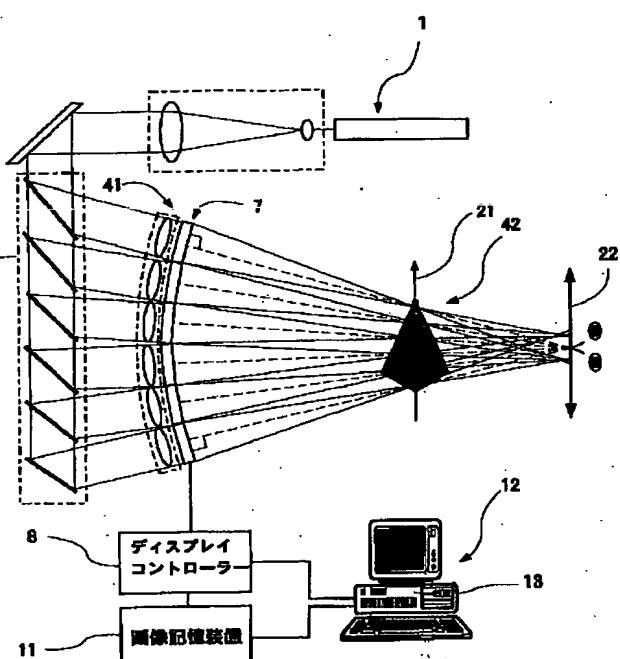
【図7】



【図1】

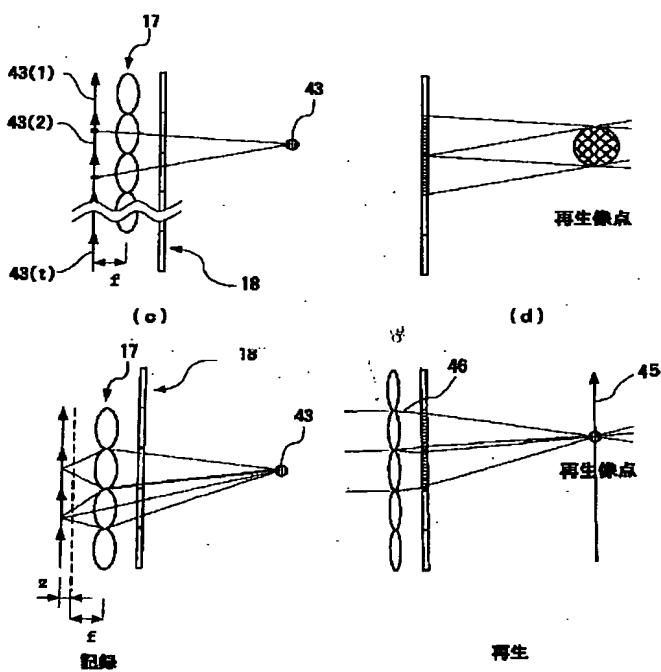


【図2】

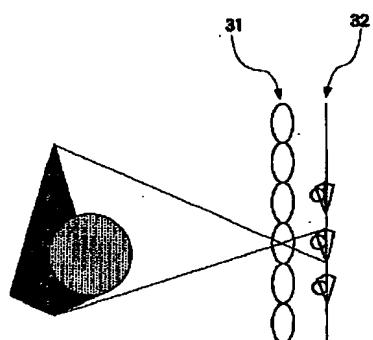


【図3】

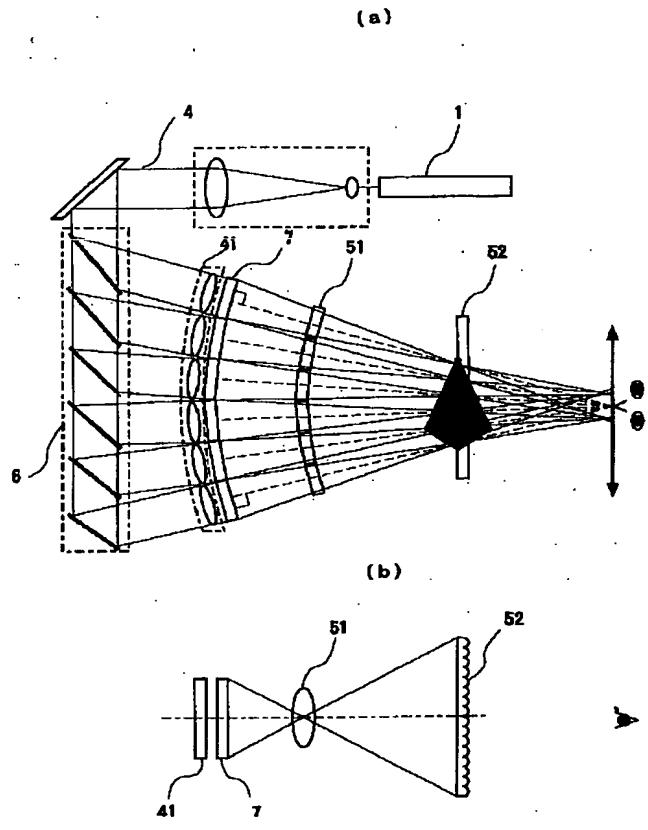
(a) (b)



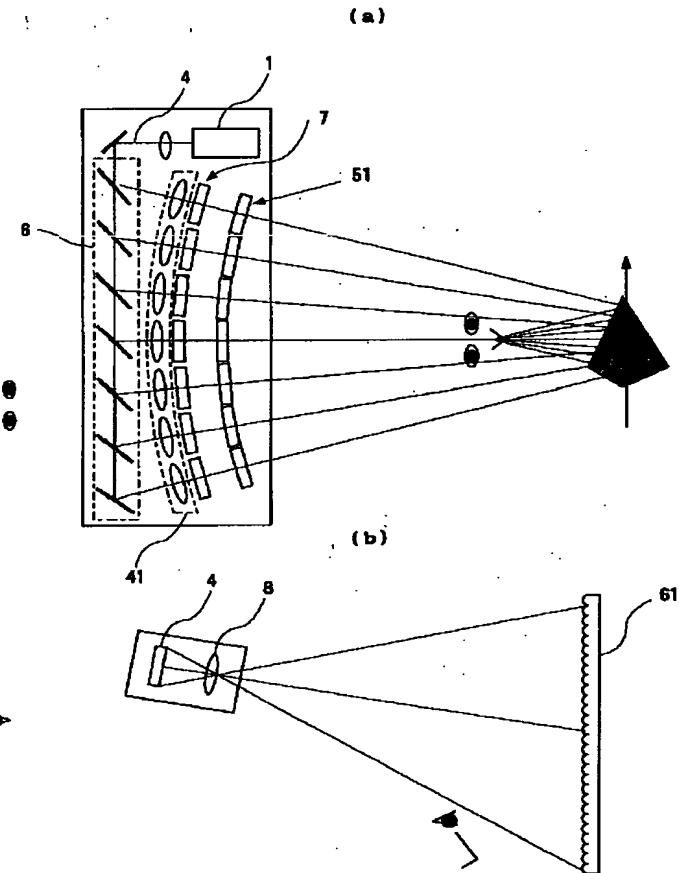
【図10】



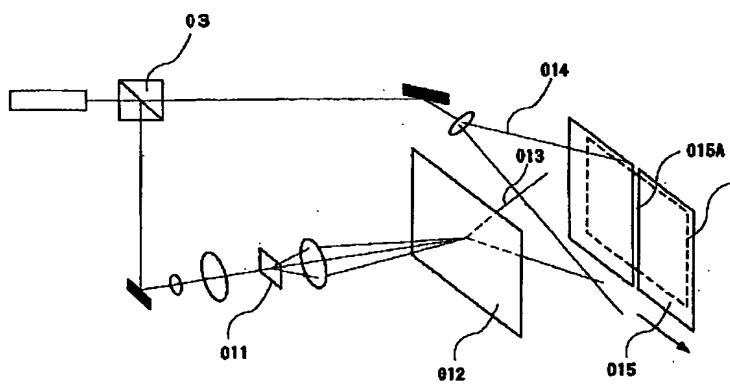
【図4】



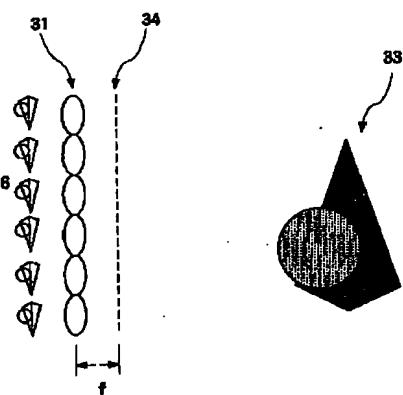
【図5】



【図8】

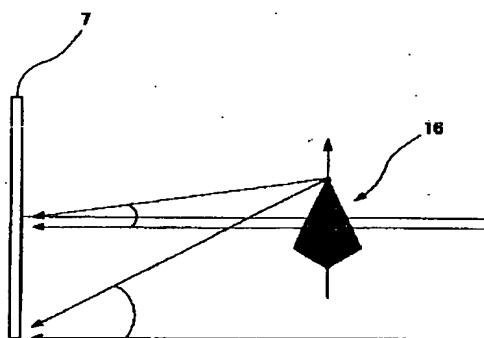


【図11】

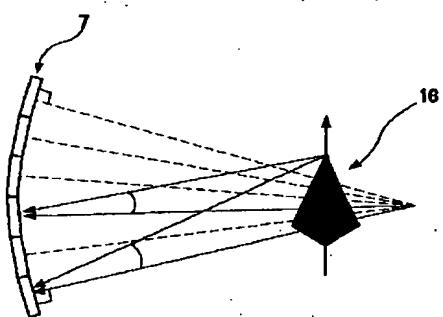


【図9】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 03 H 1/22

1/26

H 04 N 13/04

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

G 03 H 1/22

1/26

H 04 N 13/04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ~~**FADED TEXT OR DRAWING**~~
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.